

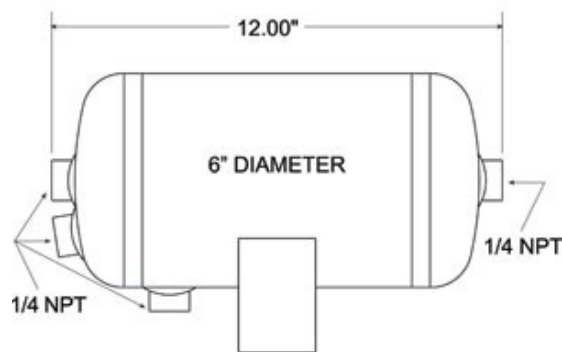
Εργασία 2
Παράδοση: 22/12/2022

Ομάδα 1: Επιλογή υλικού για φθηνή κολώνα που δεν θα λυγίζει/ συνθλίβεται

Η καλύτερη επιλογή υλικού για ελαφριά ανθεκτική κολώνα εξαρτάται από το προφίλ της (τον λόγο του ύψους της προς την διάμετρό της): οι κοντές και χοντρές κολώνες αστοχούν συνθλιβόμενες – οι λεπτές και ψηλές λυγίζουν. Προσδιορίστε δύο εξισώσεις για το κόστος μιας συμπαγούς κυκλικής διατομής κολώνας ύψους h που θα φέρει φορτίο F (μεγάλο σε σχέση με το βάρος της) βάσει των περιορισμών της θλίψης και του λυγισμού. Κατασκευάστε το διάγραμμα των αντίστροφων δεικτών απόδοσης που θα βρείτε από τους δύο περιορισμούς και επιλέξτε το υλικό της κολώνας για $F = 10^5$ N και $h = 3$ m και για $F = 10^3$ N και $h = 20$ m (από τις τεθλασμένες επιλογής για τις δύο τιμές του συντελεστή συσχέτισης).

Ομάδα 2: Επιλογή υλικού για δεξαμενή πεπιεσμένου αέρα σε φορτηγό

Τα φορτηγά χρησιμοποιούν πεπιεσμένο αέρα για τα φρένα τους. Ο αέρας αποθηκεύεται σε μια συστοιχία κυλινδρικών δεξαμενών με ημισφαιρικά καπάκια μήκους l και ακτίνας r με πάχος τοιχώματος t . Οι περισσότερες κατασκευάζονται από χάλυβα χαμηλού άνθρακα και είναι βαριές.



(Τυπικό σχεδιάγραμμα δεξαμενής πεπιεσμένου αέρα – αγνοίστε τις διαστάσεις.)

Εξερευνήστε εναλλακτικά υλικά για ελαφρύτερες δεξαμενές αναγνωρίζοντας ότι πρέπει να κάνετε έναν συμβιβασμό με το κόστος. Τα δοχεία θα πρέπει να αντέχουν την πίεση του αέρα, p . Δείξτε ότι η μάζα και το κόστος σχετικά με τα αντίστοιχα του χάλυβα χαμηλού άνθρακα είναι $m/m_o = (\rho/\sigma_y)(\sigma_{y,o}/\rho_o)$ και $c/c_o = (c_m \cdot \rho/\sigma_y)$ ($\sigma_{y,o}/c_{m,o} \cdot \rho_o$) και σχεδιάστε προσεγγιστικά την επιφάνεια συμβιβασμού και τις συναρτήσεις ποινής που εφάπτονται σε αυτήν για σχετικό συντελεστή ανταλλαγής $\alpha^* = 1$ και $\alpha^* = 100$, ώστε να επιλέξετε τα κατάλληλα υλικά.

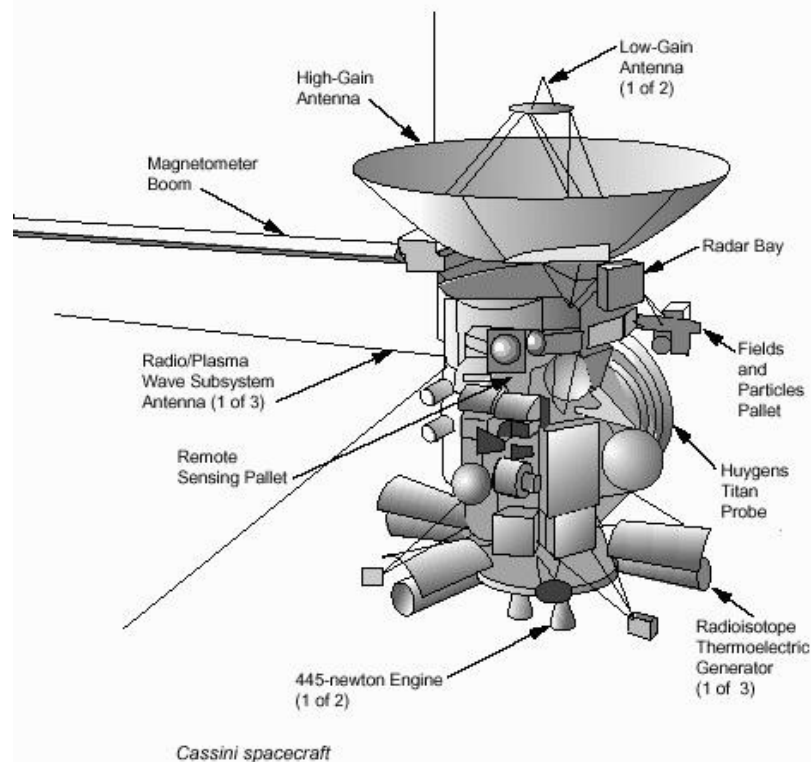
Ομάδα 3: Επιλογή υλικού για ελαφριά ράβδο σύνδεσης

Θέλετε να επιλέξετε υλικό για ελαφριά ράβδο σύνδεσης η οποία θα πρέπει να ικανοποιεί ταυτόχρονα τους περιορισμούς ακαμψίας και αντοχής. Προσδιορίστε δύο εξισώσεις για την μάζα μιας ράβδου μήκους L που θα φέρει φορτίο F χωρίς να αστοχεί και χωρίς να επιμηκύνεται περισσότερο από δ . Κατασκευάστε το διάγραμμα των αντίστροφων δεικτών απόδοσης που θα βρείτε από τους δύο περιορισμούς και επιλέξτε το υλικό της ράβδου όταν (α) $L/\delta = 100$ και (β) $L/\delta = 1000$.

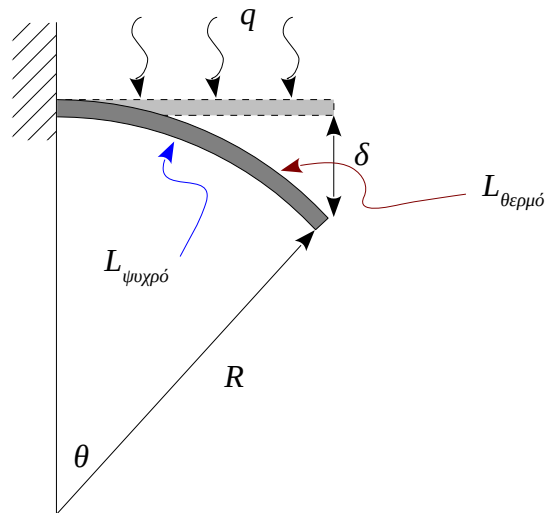
Ομάδα 4: Επιλογή υλικού και διατομής για ελαφρύ ή λεπτό πόδι τραπέζιου

Διαμορφώνοντας την διατομή ενός, π.χ., κυλινδρικού ποδιού τραπέζιου σε σωλήνα επιτυγχάνουμε να αυξήσουμε τον δείκτη απόδοσης όταν σχεδιαστικός στόχος είναι η ελαχιστοποίηση της μάζας. Θεωρητικά μπορούμε να κατασκευάσουμε σωλήνες με σχεδόν οποιαδήποτε ακτίνα r και πάχος t , όμως τοπικός λυγισμός περιορίζει τον λόγο r/t και, κατ' επέκταση, τον παράγοντα σχήματος. Έστω ότι κάθε πόδι πρέπει να υποστηρίξει 50 kg χωρίς να λυγίζει. Υπολογίστε την μάζα ενός κυλινδρικού ποδιού μήκους 700 mm από τα εξής υλικά (σε παρένθεση το μέτρο ελαστικότητας και οι μέγιστες τιμές του παράγοντα σχήματος ϕ_B^e για κάθε υλικό): αλουμίνιο (72 GPa, 20), χάλυβας (200 GPa, 25), CFRP (150 GPa, 10) και επιλέξτε ανάμεσά τους. Πως θα άλλαζε η επιλογή σας αν σχεδιαστικός στόχος ήταν η ελαχιστοποίηση της διαμέτρου;

Ομάδα 5: Επιλογή υλικού για κοντάρι κεραίας σε διαστημικό όχημα



Στο παραπάνω σκίτσο του διαστημικού οχήματος *Cassini* φαίνεται πάνω αριστερά μια δοκός που στηρίζει το μαγνητόμετρο. Παρόμοια δοκό χρησιμοποιούν μικροί δορυφόροι για να στηρίξουν την κεραία επικοινωνίας. Η ποιότητα σήματος της κεραίας εξαρτάται από την ικανότητα της δοκού στήριξης να διατηρεί την ακρίβεια στόχευσής της παρά τις διαταραχές στις συνθήκες του περιβάλλοντος. Ειδικότερα, θα πρέπει να *ελαχιστοποιεί την απόκλιση* στο άκρο της εξαιτίας θερμικών φορτίων (ηλιακή ροή 300 W διαμορφώνει μια θερμοκρασιακή βαθμίδα κατά μήκος του πάχους της δοκού, με αποτέλεσμα την παραμόρφωση εξαιτίας θερμικών τάσεων). Επιπλέον, το σήμα είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο σε ταλαντώσεις χαμηλής συχνότητας, οπότε *η φυσική συχνότητα σε κάμψη θα πρέπει να μεγιστοποιηθεί*. Υψηλός συντελεστής απόσβεσης (> 0.0005) είναι απαραίτητος ώστε η δοκός να επιστρέφει γρήγορα στην θέση ισορροπίας της. Καθώς κοστίζει ακριβά να στείλεις οτιδήποτε στο διάστημα θα πρέπει να *ελαχιστοποιηθεί η μάζα*. Η δοκός θα πρέπει να μπορεί να επιβιώσει τις επιταχύνσεις και τους κραδασμούς της εκτόξευσης οπότε το υλικό θα πρέπει να έχει ικανοποιητική αντοχή σε εφελκυσμό ($> 200 \text{ MPa}$) και θραύση ($> 10 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$). Μαγνητικά υλικά όπως χάλυβες και κράματα νικελίου θα παρεμβάλλονταν με το διάγραμμα ακτινοβολίας της κεραίας και αποκλείονται. Τέλος, είναι θεμιτό αλλά όχι αναγκαίο το υλικό να είναι χαμηλού κόστους ($< \text{€}300/\text{kg}$). Η κεραία έχει μήκος 3 m και η άκρη δεν πρέπει να αποκλίνει περισσότερο από 1 cm εξαιτίας των θερμικών τάσεων. Επειδή η κεραία θα διπλώνει και θα αποθηκεύεται στο διαστημικό όχημα κατά την απογείωση, το πάχος της δεν μπορεί να ξεπερνάει το 1 cm και το πλάτος της τα 10 cm.



Το παραπάνω σχήμα δείχνει σε υπερβολή την παραμόρφωση εξαιτίας της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ της επιφάνειας που εκτίθεται στον ήλιο και αυτήν που είναι στην σκιά. Η παραμόρφωση κάμπτει την δοκό (ελαστικά) σε σχήμα τόξου κύκλου ακτίνας R . Υπενθυμίζεται ότι το μήκος τόξου κύκλου γωνίας θ είναι απλά $R\theta$. Επίσης, επειδή η θ είναι μικρή, $\cos\theta \approx 1 - \theta^2/2$ και $\sin\theta \approx \theta$.

Οδηγίες: χρησιμοποιείτε **Edu level 2: materials**. Ένας τρόπος να δουλέψετε είναι να αποκλείσετε κάποια υλικά βάσει των περιορισμών με στάδιο **Limit** και να χρησιμοποιήσετε στάδια **Graph** για τους δύο στόχους, απόκλιση και φυσική συχνότητα (που δεν συνδέονται με τους περιορισμούς και θα σας οδηγήσουν σε δύο δείκτες απόδοσης), όπου θα επιλέξετε υλικά με **Line selection**. Προσέξτε πως το πλάτος και το πάχος της δοκού είναι περιορισμένα αλλά το σχήμα της διατομής δεν είναι. Στον δείκτη απόδοσης για τον δεύτερο στόχο μπορείτε να ενσωματώσετε το σχήμα της διατομής μέσω του παράγοντα ϕ_B° . Αφού επιλέξετε υλικά (περιοριστείτε σε πέντε) ανεξάρτητα από το σχήμα διατομής, δείτε πως αυξάνεται η απόδοση από κοίλα σχήματα, δεδομένου ότι το ελάχιστο πάχος τοιχώματος είναι τυπικά 0.5 mm. Καταλήξτε στο καταλληλότερο σχήμα (για να αποφασίσετε, θεωρήστε ότι θα πρέπει να έχει ακαμψία και σε στρεπτικά φορτία) και υπολογίστε την μάζα, την απόκλιση και την φυσική συχνότητα της δοκού για τα υλικά που επιλέξατε.